

COMPUESTOS ÚTILES PARA EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES ASOCIADAS A LA FORMACIÓN DE FIBRILAS AMILOIDES

CAMPO DE LA INVENCION

5

La presente invención se refiere al campo del tratamiento de las enfermedades amiloides, en particular a agentes inhibidores de la amiloidogénesis y, más en particular, a compuestos inhibidores de la formación de fibrilas amiloides asociadas a la transtiretina. Asimismo, la invención se refiere al uso de dichos compuestos para el tratamiento de enfermedades asociadas a la formación de fibrilas amiloides, principalmente enfermedades neurodegenerativas.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

Una característica común entre las enfermedades neurodegenerativas amiloides es la deposición de fibrilas de alto peso molecular con estructura de lámina-beta cruzada a partir del autoensamblaje de una de las aproximadamente veinte proteínas humanas de las que se conoce su implicación en este tipo de afecciones (Kelly, J.W. *Curr. Op. Struct. Biol.*, **6** (1996) 11; Kelly, J.W. *Structure*, **5** (1997) 595; Kelly, J.W. *Curr. Op. Struct. Biol.*, **5** (1998) 101; Lansbury, P.T. *Biochemistry*, **31** (1992) 6865; Sipe, J.D. *Ann. Rev. Biochem.*, **61** (1992) 947; Sipe, J.D. *Crit. Rev. in Clin. Lab. Sci.*, **31** (1994) 325; y Blake, C., Serpell, L. *Structure*, **4** (1996) 989).

20

25

En el caso concreto de la transtiretina (TTR) que se engloba en el grupo de proteínas amiloides mencionado anteriormente, la deposición de fibrilas de su variante nativa que se infiltran en el corazón parece ser la causa de la amiloidosis sistémica senil (cardiomiopatía) (Cornwell, G.C., et al., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **154** (1988) 648). Análogamente, la deposición de alguna de entre sus 60 mutantes conocidas en un solo

30

residuo que hacen a la TTR más amiloidiogénica, parece asociada a una serie de alteraciones que se conocen colectivamente como polineuropatías amiloides familiares (Jacobson, D.R., et al.. *Adv. Human Genetics*, **20** (1991) 69). A diferencia de otros síndromes neurodegenerativos, estas enfermedades no afectan al cerebro pero sí a ciertos órganos y al sistema nervioso periférico. Así los pacientes afectados por estas enfermedades familiares presentan neuropatías periféricas y/o disfunciones orgánicas causadas por neurotoxicidad amiloidea y/o interferencia física con el funcionamiento normal de órganos vitales que se manifiestan a edades tan tempranas como los 20 años. En la actualidad, no existe ni se ha propuesto ningún tratamiento farmacológico para esta clase de enfermedades amiloides siendo la única intervención terapéutica disponible y efectiva el trasplante de hígado, órgano en el que se biosintetiza la transtiretina.

Las enfermedades amiloides relacionadas con la transtiretina fueron unas de las primeras en las que se descubrió que transcurren a través de formación de fibrilas originadas por un cambio conformacional en una proteína concreta. En su forma natural, la TTR está organizada como un tetrámero que eventualmente se disocia en sus monómeros los cuales son capaces de autoasociarse en fibrilas de unos 130 Å de diámetro constituidas a su vez por protofilamentos, cada uno de ellos formados por una estructura plegada en lámina-beta cruzada (Serpell L.C. et al. *J. Mol. Biol.*, **254** (1995) 113; y Kelly J.W., et al., *Adv. Protein Chem.*, **50**, 161). Este conocimiento a nivel molecular de la formación de las fibrilas de TTR ha sido posible gracias a que esta amiloidosis ha podido ser estudiada *in vitro* ya que el medio ácido es un desencadenante natural del proceso (Colon, W., et al. in *Transthyretin acid induced denaturation is required for amyloid fibril formation in vitro*. Eds., Plenum Press, New York, 1991, p 99). Así, mediante experimentos de desnaturalización ácida parcial de TTR en un medio que simula las condiciones presentes en el lisosoma (pH: 5,5), se ha concluido que las fibrilas se generan a partir de intermedios conformacionales (intermedio

amiloidogénico) de las unidades monoméricas de la transtiretina. Estas investigaciones han confirmado que en forma tetramérica la TTR no es amiloidogénica, pero que la disociación del tetrámero en un monómero con una estructura terciaria alterada pero definida es la que da lugar a la formación de fibrilas (Lai, Z., et al., *J.W. Biochemistry*, **35** (1996) 6470; y Quintas, A., et al., *J. Biol. Chem.*, **274** (1999) 32943).

La transtiretina, también conocida como prealbúmina, se encuentra en el plasma humano (3,6 μM) y en el líquido cefalorraquídeo. Está compuesta por 4 cadenas peptídicas idénticas de 127 aminoácidos ricas en estructura beta formando un dímero de dímeros cuya masa es de 55 kDa y cuya estructura es conocida por difracción de rayos X (Blake, C.C.F., et al., *J. Mol. Biol.*, **121** (1978) 339; y Hamilton, J.A., et al., *J. Biol. Chem.*, **268** (1993) 2416). Este tetrámero se une y transporta a la hormona tiroxina y a la proteína de unión al retinol. Estudios de difracción de rayos X han revelado también que la TTR presenta dos lugares de unión para la tiroxina que tienen forma de embudo y están bien definidos por las interfases dímero-dímero (Wojtczak, A., et al., *J. Biol. Chem.*, **267** (1992) 353; y Wojtczak, A., et al., *Acta Cryst.*, **D52** (1996) 758). Es decir, cada tetrámero puede unirse a dos moléculas de tiroxina. Esta unión muestra cooperatividad negativa para la entrada de la segunda molécula de ligando.

Recientemente se ha demostrado que la forma tetramérica de la TTR puede ser estabilizada frente al medio ácido inductor de amiloideogénesis mediante la unión a pequeñas moléculas orgánicas que mimetizan la estructura del ligando natural. Las pruebas de que estos ligandos previenen la formación de fibrilas provienen únicamente de experimentos *in vitro* y *ex vivo*. Entre estas moléculas se encuentran moléculas de antiinflamatorios no esteroideos como el ácido flufenámico (Peterson, S.A., et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **95** (1998) 12956) y el diflunisal (Baures, P.W., et al., *J.W. Bioorg. Med. Chem.*, **7** (1999) 1339), así como moléculas de una serie de

principios activos de fármacos entre los que se encuentran flavonas, tetrahydroquinolinas, dihidropiridinas y benzodiazepinas (Baures, P.W., et al., *Bioorg. Med. Chem.*, **6** (1998) 1389) así como derivados del ácido antranílico (Oza, V.B., et al. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **9** (1999) 1).

5

De un modo puramente empírico e intuitivo estos estudios han llegado a elucidar algunos requerimientos estructurales que deben tener los inhibidores de la disociación del tetrámero de TTR que pueden resumirse como sigue:

10

- Estructuras bifenilo, dibenzofurano, diaril éter, estilbeno y flavona pueden acomodarse en el sitio de unión (Baures, P.W., et al., J.W. *Bioorg. Med. Chem.*, **6** (1998) 1389). Análogos del ácido flufenámico con estructura de ácido antranílico son también buenos inhibidores (Oza, V.B., et al., *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **9** (1999) 1). En general, parece que el farmacóforo debe tener dos anillos aromáticos pudiendo ser uno de ellos bi- o tricíclico. Uno de los anillos o fusión de anillos ocuparía la parte externa del sitio de unión (Baures, P.W., et al., *Bioorg. Med. Chem.*, **7** (1999) 1339).

15

20

- La presencia de un grupo ácido carboxílico posiblemente optimiza la unión a la TTR via interacción con la(s) Lys en posición 15 (Baures, P.W., et al., J.W. *Bioorg. Med. Chem.*, **6** (1998) 1389). Este grupo ácido puede también ser un fenol (Baures, P.W., et al., *Bioorg. Med. Chem.*, **7** (1999) 1339).

25

La búsqueda de inhibidores de la disociación de TTR iniciada mediante estos primeros trabajos no ha sido sistemática y tan sólo se ha descubierto que el ácido flufenámico es un buen inhibidor. Así, por ejemplo, se han ensayado 79 compuestos descritos en Baures et al., *Bioorg. Med. Chem.*, **6** (1998) 1389, y en Baures, P.W., et al., *Bioorg. Med. Chem.*, **7** (1999) 1339, todos ellos de origen comercial. Asimismo, se han sintetizado

30

una serie de productos (Oza, V.B., Petrassi H.M., Purkey H.E., Kelly, J.W. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **9** (1999) 1) en base a los datos estructurales obtenidos mediante el análisis por difracción de rayos X del complejo de la TTR y el ácido flufenámico (Peterson, S.A., Klabunde, T., Lashuel, H.A., Purkey, H., Sacchettini, J.C., Kelly, J.W. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **95** (1998) 12956).

Igualmente, en la solicitud de patente internacional WO 98/27972 se describen compuestos que estabilizan una proteína amiloidogénica como la TTR mediante la formación de un conjugado proteína-fármaco. Entre dichos compuestos se mencionan compuestos antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) y, entre ellos, el diflunisal. También, AINES tales como el ibuprofeno, la indometacina y el sulindac sulfuro se han postulado y siguen investigándose como posibles agentes terapéuticos de los procesos de amiloidosis que ocurren en la enfermedad de Alzheimer (S. Wegen et al. *Nature*, **414** (2001) 212-216)

El uso del diflunisal, entre otros AINEs, como ligando selectivo de la TTR ya se había descrito en la patente estadounidense US 5714142, en este caso para aumentar la vida media en suero de agentes farmacológicamente activos.

Sin embargo, el uso del diflunisal para estabilizar la estructura tetramérica de la TTR y, por tanto, para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas asociadas a la formación de fibrilas amiloides, sigue presentando una serie de inconvenientes propios de los AINEs como son los efectos secundarios de tipo gastrointestinal y cardiovascular.

Así pues, continúa existiendo en el estado de la técnica la necesidad de proporcionar agentes inhibidores de la disociación de TTR alternativos que sean más eficaces y que presenten menores efectos secundarios.

5 Sorprendentemente, los presentes autores han descubierto que una serie de derivados yodados del diflunisal son potentes agentes antiamiloidogénicos con una eficacia superior a la del diflunisal y, por tanto, con menores efectos secundarios que éste, al poder ser administrados en menores dosis.

10 Hasta ahora no se han descrito derivados del diflunisal yodados en el anillo salicílico. En la patente europea EP 0082404 se describen una serie de derivados de tipo éster del diflunisal, útiles como antiinflamatorios, analgésicos y antipiréticos, entre los que no se encuentran los mencionados derivados yodados.

15 El objeto de la presente invención, por tanto, es proporcionar potentes agentes inhibidores de la amiloidogénesis, más eficaces y con menos efectos secundarios.

OBJETO DE LA INVENCION

20 Un objeto de la presente invención es proporcionar nuevos compuestos inhibidores de la amiloidogénesis.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de preparación de dichos compuestos.

25 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una composición farmacéutica que contiene dichos compuestos.

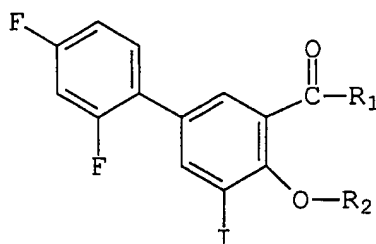
30 Por último, otro objeto de la presente invención es proporcionar el uso terapéutico de dichos compuestos en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas y otras enfermedades.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra un gráfico en el que se representa la velocidad de agregación, v_0 , frente a la concentración de inhibidor, $[I]$, para un compuesto de la invención, yododiflunisal, con respecto a dos compuestos de la técnica, diflunisal y diflunisal éster.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La invención proporciona un compuesto de fórmula estructural (I):



(I)

en la que

R_1 es un grupo $-NR_aR_b$, siendo R_a y R_b , independientemente, un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_6 ; un grupo $-OR_c$ siendo R_c un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_6 ; un glucosilo; un polihidroxialquilo C_1-C_6 ; o un grupo $-NH-CH(R_d)-COOR_e$, siendo R_d una cadena lateral de uno de los 20 alfa-aminoácidos naturales en cualquiera de sus dos formas L o D enantioméricamente puras y R_e un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_6 ; y

R_2 es un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo C_1-C_6 , un glicosilo; un polihidroxialquilo C_1-C_6 ; un grupo $-C(=O)-R_f$, siendo R_f un grupo alquilo C_1-

C₆; o un grupo -CH₂-COO-R_g, siendo R_g un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C₁-C₆;

y sales farmacéuticamente aceptables del mismo.

5 En la presente invención, el término "grupo glicosilo" se refiere a un radical obtenido por eliminación de un grupo OH de la función hemiacetal de un monosacárido, es decir un grupo de fórmula C₆H₁₁O₅ o C₆H₁₀O₆. Asimismo, el término "grupo polihidroxialquilo C₁-C₆" se refiere a un grupo alquilo sustituido con varios grupos OH.

10

 En una realización preferente, los compuestos de la invención son compuestos de fórmula (I) en los que R₁ se selecciona de entre: OH, NH₂, OMe, OEt, o un grupo CH(R_d)-COR_e, siendo R_d la cadena lateral de la glicina, la alanina, la leucina, la valina, el ácido aspártico o la asparagina y
15 siendo R_e H o un grupo alquilo C₁-C₆; y R₂ se selecciona entre: H, Me, glucosilo, un grupo -C(=O)-R_f, siendo R_f un grupo Me, Et, t-Bu; o un grupo -CH₂-COO-R_g, siendo R_g un átomo de hidrógeno o un grupo t-Bu.

 En otra realización preferente de la presente invención, los compuestos
20 de fórmula (I) se seleccionan de entre los siguientes compuestos:

- [1] ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico;
- [2] 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilato de etilo;
- [3] 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilato de metilo;
- 25 [4] 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilamida;
- [5] [2-aminocarbonil-4-(2,4-difluorofenil)-6-yodo-fenoxi]-acetato de terc-butilo;
- [6] ácido [2-aminocarbonil-4-(2,4-difluorofenil)-6-yodo-fenoxi]acético;
- [7] 1-O-β-glucósido del ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico;
- 30 [8] 2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo;
- [9] ácido 2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico;

- [10] 2',4'-difluoro-4-acetiloxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo;
[11] ácido 2',4'-difluoro-4-(*t*-butilcarboniloxi)-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico;
[12] ácido 2',4'-difluoro-4-(etilcarboniloxi)-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico;
[13] éster etílico de la N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]glicina;
5 [14] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]glicina;
[15] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]alanina;
[16] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]leucina;
[17] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]serina;
[18] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]valina;
10 [19] ácido N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-aspártico;
[20] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]asparagina.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de preparación de los compuestos de fórmula (I),
15 caracterizado porque comprende una etapa de reacción del diflunisal o derivados del mismo con un reactivo de yodación.

La yodación del diflunisal o de compuestos derivados del diflunisal es obvia para cualquier experto en la materia quién seleccionará de forma
20 adecuada tanto el compuesto de partida como el reactivo de yodación. Asimismo, la preparación de derivados del diflunisal (ésteres, carboxamidas, sales, glucósidos, derivados de aminoácidos, etc.) será obvia para el experto. Por otro lado, el reactivo de yodación puede seleccionarse de entre:
25 yodo elemental; sales de yoduro tales como yoduro sódico o yoduro potásico; sales de yodonio tales como cloruro de yodo; complejos de yodonio tales como el tetrafluoroborato de bis(piridina)yodonio (I) o el hexafluorofosfato de bis(sim-colidina)yodonio (I); y compuestos orgánicos de yodo tal como el diacetato de yodobenceno o la N-yodosuccinimida.

30 Asimismo, otro objeto de la presente invención es proporcionar también una composición farmacéutica que contiene un compuesto de la

invención y uno o más excipientes farmacéuticamente aceptables.

Los excipientes farmacéuticamente aceptables serán aquellos excipientes de la técnica que permitan la formulación adecuada de la composición farmacéutica de la invención. Dicha composición puede formularse para su administración oral, intravenosa, tópica, rectal, subdérmica, etc. Es decir, puede presentarse en forma de soluciones, comprimidos, cápsulas, implantes, etc. Asimismo, dicha formulación puede ser de liberación inmediata o de liberación controlada.

En cualquier caso, será el facultativo el que determine la dosificación más adecuada de la misma en función de la edad del paciente, su estado de salud general, su peso, y el tipo y extensión de la enfermedad o trastorno a tratar.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar los compuestos de la invención para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, incluyendo enfermedades neurodegenerativas amiloides, tales como enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson, enfermedad de Huntington, enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, fibrosis quística, diabetes de aparición tardía, enfermedad de las neuronas motoras, fiebre mediterránea, síndrome de Muckle-Wells, mieloma idiopático, cardiopatía amiloide, síndrome de Down, enfermedad de Kuru, síndrome de Gerstmann-Straussler-Schlenker, depósitos valvulares de amiloide, amiloidosis en pacientes con diálisis, miositis con cuerpos de inclusión, depósitos musculares de amiloide, anemia de Sickle Cell, amiloidosis sistémica primaria, amiloidosis sistémica senil, polineuropatía amiloide familiar I, polineuropatía amiloide familiar III, angiopatía amiloide cerebral hereditaria, amiloidosis relacionada con angiopatías, amiloidosis sistémica hereditaria finlandesa, diabetes de tipo II, carcinoma medular de tiroides, encefalopatía espongiiforme, amiloidosis atrial, amiloidosis sistémica

hereditaria no neuropática, amiloidosis localizada por inyección, y amiloidosis renal hereditaria.

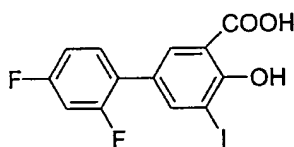
En una realización preferida de la presente invención, los compuestos de la invención pueden emplearse también como medicamento analgésico, antiinflamatorio, antipirético o antiagregante plaquetario para el tratamiento de enfermedades tales como artritis reumatoide, fiebres reumatoides, osteoartritis, dolores musculoesqueletales, síndrome del intestino inflamado, enfermedades de las arterias coronarias o trombosis postoperatorias en venas profundas.

Los siguientes ejemplos pretenden ilustrar la invención.

EJEMPLOS DE PREPARACIÓN

Ejemplo 1

Ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico



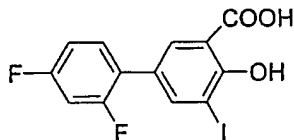
Por yodación del ácido 5-(2,4-difluorofenil)salicílico (diflunisal) con el reactivo tetrafluoroborato de bis(piridina)yodonio (I) (Ipy_2BF_4)

A una disolución de 200 mg (0,80 mmol) de diflunisal en 5 ml de diclorometano se añaden a temperatura ambiente 357 mg (1,2 mmol) de Ipy_2BF_4 . Se deja en agitación hasta que se observa mediante HPLC (cromatografía líquida de alta resolución) que se ha consumido el producto de partida. Se diluye en diclorometano y se procede a aislar el producto

(*work-up*) por acidificación con ácido HCl 1 N y extracción con diclorometano. Se reúnen las fases orgánicas y se lavan con una disolución de tiosulfato sódico y después se seca en sulfato magnésico anhidro. Se elimina el disolvente a presión reducida y se obtienen un crudo de pureza 98% que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice. Se obtienen 290 mg (96% de rendimiento) del producto deseado.

Ejemplo 2

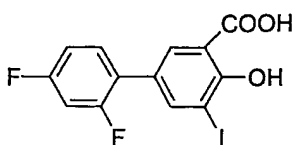
Ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico



Por yodación del ácido 5-(2,4-difluorofenil)salicílico (diflunisal) con el reactivo hexafluorofosfato de bis(2,4,6-trimetilpiridina)yodonio (I) (IColl₂PF₆)

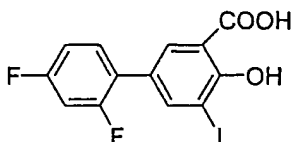
A una disolución de 200 mg (0,80 mmol) de diflunisal en 5 ml de diclorometano se añaden a temperatura ambiente 617 mg (1,2 mmol) de IColl₂PF₆. Se deja en agitación hasta que se observa mediante HPLC que se ha consumido el producto de partida. Se diluye en diclorometano y se procede a aislar el producto por acidificación con ácido HCl 1 N y extracción con diclorometano. Se reúnen las fases orgánicas y se lavan con una disolución de tiosulfato sódico y después se seca en sulfato magnésico anhidro. Se elimina el disolvente a presión reducida y se obtienen un crudo de pureza 98% que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice. Se obtienen 260 mg (86% de rendimiento) del producto deseado.

Ejemplo 3

Ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico

Por yodación del ácido 5-(2,4-difluorofenil)salicílico (diflunisal) con cloramina T (CAT) y yoduro sódico

En un matraz de 25 ml se introducen 20 mg (0,08 mmol) de diflunisal, 14 mg (0,093 mmol) de NaI y 30 mg (0,13 mmol) de CAT disueltos en 1040 μ l de acetonitrilo y 52 μ l de ácido acético. Se deja en agitación durante 1,5 h a temperatura ambiente. Se controla la reacción mediante HPLC hasta que se observa la desaparición del producto de partida y se observa un 96% de producto yodado. Posteriormente se acidifica la disolución hasta pH = 1,0 con una solución al 5% de HCl. A continuación se extrae con acetato de etilo. Se reúnen las fases orgánicas y se lavan con una disolución de tiosulfato sódico y después se seca en sulfato magnésico anhidro. Se elimina el disolvente a presión reducida y se obtienen un crudo de pureza 98% que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice. Se obtienen 25 mg (83% de rendimiento) del producto deseado.

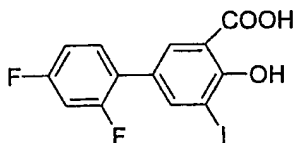
Ejemplo 4Ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico

Por yodación del ácido 5-(2,4-difluorofenil)salicílico (diflunisal) con yoduro sódico e hipoclorito sódico

5 A una disolución de 200 mg (0,80 mmol) de diflunisal en 5 ml de metanol se añade a 0 °C un equivalente de yoduro sódico (165 mg, 1,1 mmol) y un equivalente de hidróxido sódico (32 mg). Una disolución al 4% de hipoclorito sódico se añade gota a gota sobre la disolución anterior durante 75 min manteniendo la temperatura entre 0-3 °C. Tras cada adición se observa un color rojizo que desaparece rápidamente. Se agita a esta temperatura durante una hora más y se trata con una disolución acuosa al 20% de tiosulfato sódico. Se añade una disolución al 5% de HCl y se extrae con diclorometano. Tras su aislamiento, el producto se recristaliza.

Ejemplo 5

Ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico



20

25

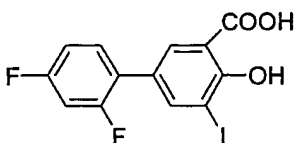
Por yodación del ácido 5-(2,4-difluorofenil)salicílico (diflunisal) con cloruro de yodo (ICl)

A una disolución de 200 mg (0,80 mmol) de diflunisal en 5 ml de diclorometano se añade a temperatura ambiente 195 mg (1,2 mmol) de ICl en diclorometano (1 M). Se mantiene en agitación a temperatura ambiente durante 3 h y se procede a aislar el producto tal y como se escribe en el ejemplo 1.

30

Ejemplo 6Ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico

5



10

Por yodación del ácido 5-(2,4-difluorofenil)salicílico (diflunisal) con yodo y Selectfluor™.

15

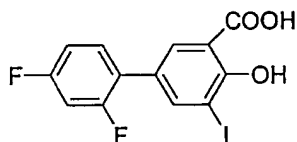
A una disolución de 354 mg (1 mmol) de Selectfluor™ y 127 mg (0,5 mmol) de yodo en 10 ml de acetonitrilo se añaden 200 mg (0,80 mmol) de diflunisal y la reacción se agita a temperatura ambiente durante 3 h. Se trata con una disolución acuosa al 20% de tiosulfato sódico. Se añade una disolución al 5% de HCl y se extrae con diclorometano. Tras su aislamiento, el producto se recrystaliza.

Ejemplo 7

20

Ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico

25



30

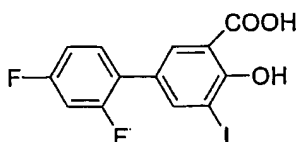
Por yodación del ácido 5-(2,4-difluorofenil)salicílico (diflunisal) con N-yodosuccinimida (NIS)

A una disolución de 200 mg (0,8 mmol) de diflunisal en 4 ml de acetonitrilo y una cantidad catalítica de 18 µl (0,24 mmol, 0,3 eq) de ácido trifluoroacético

se añade a temperatura ambiente 198 mg (0,88 mmol, 1,1 eq) de NIS. Se deja en agitación. Se evapora el disolvente a presión reducida, se diluye con diclorometano y se procede a aislar el producto tal como en el ejemplo 1.

Ejemplo 8

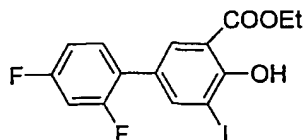
Ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico



Por yodación del ácido 5-(2,4-difluorofenil)salicílico (diflunisal) con trifluoroacetato de talio y yoduro potásico.

Se agita en un matraz una mezcla de 20,6 g de trifluoroacetato de talio (TTFA, 31,9 mmol) y ácido trifluoroacético (TFA, 50 ml) hasta que el TTFA se disuelve. Esta disolución se añade a temperatura ambiente a un matraz que contiene 51 g (205 mmol) de diflunisal y se agita durante 30 min. A la mezcla se añade lentamente una disolución de yoduro potásico (KI, 40,9 g, 245,6 mmol) en 120 ml de agua. Una vez finalizada la reacción se procede a aislar el producto. Primero se añade metabisulfito sódico (NaS_2O_5 , 5,01 g, 26,4 mmol) para reducir las especies de TI (III) a TI (I) y posteriormente una disolución de hidróxido sódico para neutralizar el TFA. Se extrae con diclorometano y la fase orgánica se lava con agua y se seca sobre sulfato magnésico. Se evapora el disolvente a presión reducida y se obtiene un crudo de un 96% de pureza que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice empleando los eluyentes apropiados.

Ejemplo 9

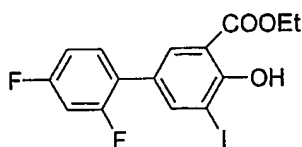
5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilato de etilo

5

Se introducen en un matraz bajo atmósfera inerte 11,5 ml de alcohol etílico y 2,9 ml de cloruro de tionilo (SOCl_2). Se deja en agitación durante 15 min y se introducen 1,67 g (4,56 mmol) de ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico. Se mantiene la agitación a temperatura ambiente hasta que no se observa evolución por HPLC. Se evapora el disolvente a presión reducida y se procede a la extracción con acetato de etilo. Se obtiene un crudo de pureza 97% que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice.

10

15

Ejemplo 105-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilato de etilo

20

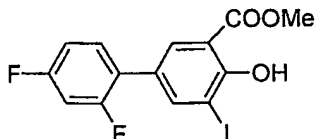
Se enfría a 0 °C una solución de ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico (1,69 g, 4,61 mmol) en etanol (20 ml) y se hace pasar borboteando una corriente de gas clorhídrico anhidro durante 5 min. La disolución se calienta a reflujo durante 4 h y se enfría a temperatura ambiente, los disolventes se evaporan a presión reducida. El residuo se disuelve en diclorometano y se procede a aislar el producto. Se purifica el crudo de reacción por cromatografía en columna de gel de sílice empleando hexano/acetato de etilo (7:3) como eluyente.

25

30

Ejemplo 11**5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilato de metilo**

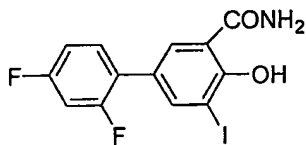
5



10 Se introducen en un matraz bajo atmósfera inerte 11,5 ml de metanol y 2,9 ml de cloruro de tionilo (SOCl_2). Se deja en agitación durante 15 min y se introduce 1,67 g (4,56 mmol) de ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico. Se mantiene la agitación a temperatura ambiente hasta que no se observa evolución por HPLC. Se evapora el disolvente a presión reducida y se
15 procede a la extracción con acetato de etilo. Se obtiene un crudo de pureza 97% que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice.

Ejemplo 12**5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilamida**

20



25

Se mezcla 1 g (2,66 mmol) del ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico con 0,738 g (4,01 mmol) de pentafluorofenol en 20 ml de acetonitrilo. Se añaden a 0 °C 10 ml de N,N-diisopropilcarbodiimida y se mantiene en
30 agitación. Se disuelven en agua 0,634 g de bicarbonato amónico. Se observa la desaparición del producto de partida por HPLC y el crudo se

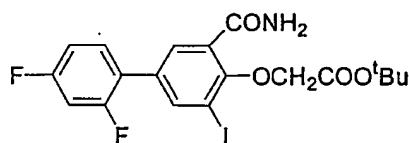
diluye con agua y se extrae con diclorometano. La fase orgánica se seca sobre sulfato magnésico y se purifica en columna de gel de sílice, utilizando como eluyentes cloroformo metanol en polaridad ascendente empezando por una proporción (v/v) de (40:1) hasta (10:1).

5

Ejemplo 13

[2-aminocarbonil-4-(2,4-difluorofenil)-6-yodo-fenoxi]acetato de terc-butilo

10



15

A una suspensión de carbonato de cesio (10,4 g, 0,032 mmol) y 2,4 g (0,0064 mol) de la amida 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilamida en 50 ml de DMF se añade cloroacetato de terc-butilo (1,2 g, 0,008 mmol). La reacción se agita durante 30 min a temperatura ambiente y se vierte sobre una disolución fría de ácido clorhídrico 1 N y se extrae con acetato de etilo. Se combinan las fases orgánicas y se secan sobre sulfato magnésico. Tras eliminar el disolvente por evaporación a presión reducida se obtiene un crudo que se purifica mediante cromatografía en columna ultrarrápida en gel de sílice. Se obtiene el derivado deseado con un 90% de rendimiento.

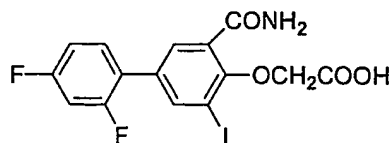
20

25

Ejemplo 14

Ácido [2-aminocarbonil-4-(2,4-difluorofenil)-6-yodo-fenoxi]acético

30

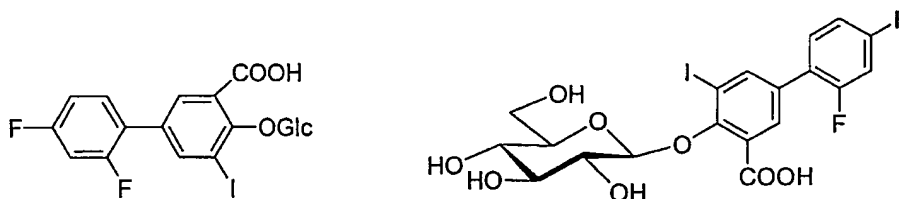


Método A:

Se obtiene por reacción del éster del ejemplo 13 con ácido trifluoroacético. Tras unos minutos en agitación a temperatura ambiente se evapora en corriente de nitrógeno el ácido trifluoroacético residual y se extrae con acetato de etilo.

Método B

Se obtiene por hidrólisis del éster del ejemplo 13 en este caso con ácido clorhídrico. El éster (400 mg, 0,817 mmol) se disuelve en 40 ml de una mezcla al 50% (v/v) de isopropanol y THF. Se añaden 2 ml de una disolución 1 N de HCl. La reacción se agita durante 2 h a temperatura ambiente. Se diluye con agua y se extrae con acetato de etilo.

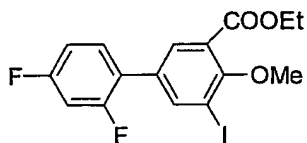
Ejemplo 15**1-O-β-Glucósido del ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico**

A -40°C y bajo atmósfera de nitrógeno se añaden gota a gota 506 μl (4 mmol) de una disolución del complejo de trifluoruro de boro eterato ($\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$) en diclorometano a una disolución de 200 mg (0,80 mmol) del compuesto fenólico, el ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico, y de 985 mg (2 mmol) del 1-tricloroacetimidato de 2,3,4,6-tetra-O-acetilglucopiranosilo en diclorometano. La mezcla se agita hasta que no se observa producto de partida por TLC (cromatografía de capa fina). El exceso de $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$ se destruye con bicarbonato sódico. Se diluye con diclorometano y se lava con agua. La fase orgánica se seca sobre sulfato

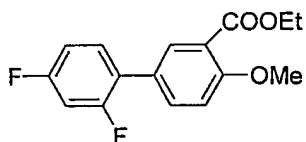
magnésico y se elimina el disolvente a presión reducida. El producto final se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice. El derivado protegido se somete a una saponificación en metanol con una cantidad catalítica de metóxido sódico (reacción de Zemplen). Se acidifica en frío la reacción una vez finalizada y se extrae con diclorometano. Se procede a aislar el producto como es usual.

Ejemplo 16

2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo



Etapla 1 - Preparación del 2',4'-difluoro-4-metoxi-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo



Método A

Este compuesto bifenílico se prepara mediante una reacción de acoplamiento cruzado de Suzuki catalizada por Pd(0) a partir del ácido borónico correspondiente y un bromo- o yododerivado.

En primer lugar se prepara el bromoderivado que es el ácido 5-bromo-2-metoxibenzoato de etilo. Este se obtiene en dos pasos de síntesis a partir del aldehído comercial 5-bromo-o-anisaldehído, que primero se trata con una disolución permanganato para obtener el

correspondiente ácido carboxílico y posteriormente se procede a la esterificación del mismo, mediante la formación *in situ* del correspondiente cloruro de ácido por reacción con cloruro de tionilo y reacción con el etanol.

5

Reacción de Suzuki: A una disolución en dioxano de 190 mg (1,21 mmol, 1 eq) de ácido 2,4-difluorofenilborónico, se añaden 1,15 ml (2,29 mmol, 2 eq) de una disolución acuosa 2N de carbonato de sodio y 17 mg (0,111 mmol, 0,096 eq) del catalizador de Pd (0), la tetraquis(trifenil)fosfina paladio (0), y finalmente 300 mg (1,16 mmol) del bromoderivado (5-bromo-2-metoxibenzoato de etilo). Se calienta a reflujo durante 2 h. Se deja enfriar y se filtra el catalizador a través de una columna de gel de sílice. Se diluye con diclorometano y se extrae con agua. Tras aislar el producto como es usual, se obtienen 330 mg de un crudo de alta pureza (95% por HPLC).

15

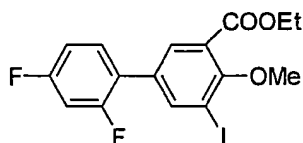
Método B

En este caso se obtiene por reacción de Williamson (preparación de éteres asimétricos) a partir del éster etílico del diflunisal y yoduro de metilo en presencia de carbonato de cesio en acetonitrilo.

20

Etapas 2 - Preparación del 2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo

25



Por yodación del producto obtenido en la etapa 1, el 2',4'-difluoro-4-metoxi-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo, con el reactivo Ipy_2BF_4

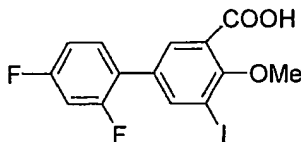
30

A 0 °C a una disolución de 200 mg (0,684 mmol) del 2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo en 5 ml de diclorometano y un 10% de ácido trifluoroacético (500 µl) se añaden 305 mg (0,821 mmol, 1,2 eq) de tetrafluoroborato de bis(piridina)yodonio (I) (Ipy_2BF_4). Se
5 se deja calentar en agitación a temperatura ambiente hasta que se observa mediante HPLC que se ha consumido el producto de partida. Se diluye en diclorometano y se procede a aislar el producto por acidificación con ácido HCl 1 N y extracción con diclorometano. Se reúnen las fases orgánicas y se lavan con una disolución de tiosulfato sódico y después se
10 seca en sulfato magnésico anhidro. Se elimina el disolvente a presión reducida y se obtienen un crudo de pureza 98% que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice. Se obtienen 260 mg (90% de rendimiento) del producto deseado.

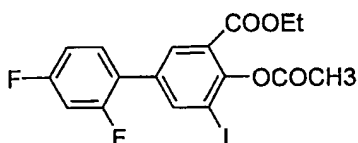
15 Ejemplo 17

Ácido 2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico

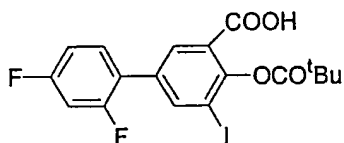
20



25 Este compuesto se obtiene por saponificación del éster del ejemplo anterior (Ejemplo 16) (2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo). Se disuelve el éster (200 mg, 0,48 mmol) en 20 ml de etanol y una disolución 2,5 N de NaOH durante 2 h. Tras enfriar la mezcla se acidifica con ácido clorhídrico y se extrae con diclorometano. Tras aislar el producto,
30 se obtiene un crudo que se recristaliza en una mezcla de cloroformo/hexano.

Ejemplo 18**2',4'-difluoro-4-acetiloxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo**

Se calienta una mezcla de 500 mg (1,24 mmol) del 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilato de etilo (Ejemplo 10) en 12 ml de piridina y 3 ml de anhídrido acético en un baño de agua durante 20 min. La mezcla se deja enfriar y se vierte sobre hielo y el producto se extrae con diclorometano. Después de secar la fase orgánica y tras la evaporación a presión reducida del disolvente el crudo se recrystaliza.

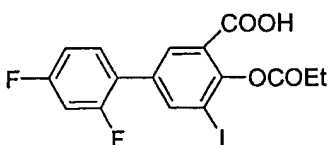
Ejemplo 19**Ácido 2',4'-difluoro-4-(*t*-butilcarboniloxi)-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico**

Se añaden 0,928 g (0,0067 mmol) de cloroformiato de *n*-butilo a una mezcla de 2,5 g (0,0061 mmol) de ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico en 6 ml de benceno y 1,728 g (0,014 mmol) de dimetilanilina. Se agita la mezcla a temperatura ambiente durante 3 h. Se añade hielo y una disolución 2,5 N de HCl. Se extrae con diclorometano y se seca la fase orgánica sobre sulfato

magnésico. Se evapora el disolvente a presión reducida y el crudo se recrystaliza en una mezcla de cloroformo/hexano.

Ejemplo 20

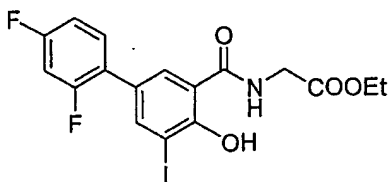
Ácido 2',4'-difluoro-4-(etilcarboniloxi)-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico



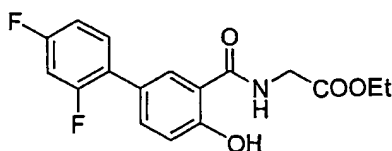
Se añaden 0,928 g (0,0086 mmol) de cloroformiato de etilo a una mezcla de 2,5 g (0,0061 mmol) de ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico en 6 ml de benceno y 1,728 g (0,014 mmol) de dimetilanimilina. Se agita la mezcla a temperatura ambiente durante 3 h. Se añade hielo y una disolución 2,5 N de HCl. Se extrae con diclorometano y se seca la fase orgánica sobre sulfato magnésico. Se evapora el disolvente a presión reducida y el crudo se recrystaliza en una mezcla de cloroformo-hexano.

Ejemplo 21

Éster etílico de la N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-glicina



Etapa 1 - Preparación del éster etílico de la N-[5-(2,4-difluorofenil)saliciloil]-glicina



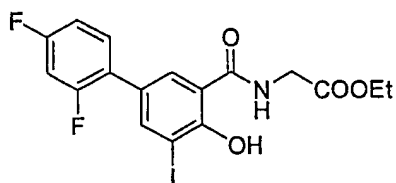
5

En un matraz se introducen 500 mg (1,998 mmol) de diflunisal y 270 mg (1,99 mmol) de HOBt disueltos en la mínima cantidad de diclorometano. A temperatura ambiente se añaden a la mezcla 206 mg (1,99 mmol) del éster etílico de la glicina (H-Gly-OEt) y por último se añaden 412 mg (2 mmol) de DCC (diciclohexilcarbodiimida) disueltos en la mínima cantidad de diclorometano. La reacción se dejó en agitación a temperatura ambiente. El proceso se controló por HPLC observándose la desaparición total del producto de partida tras una hora de reacción. Se elimina el disolvente a presión reducida y se redisuelve en acetato de etilo observándose la precipitación de la urea correspondiente que se filtra. El crudo de reacción se purifica en columna de gel de sílice con una mezcla de eluyentes hexano/acetato de etilo (75:25). Se obtienen 381 mg de producto puro deseado con un rendimiento del 35%.

20

Etapas 2 - Preparación del éster etílico de la N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-glicina

25



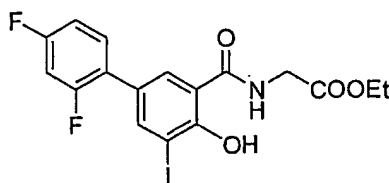
30

A una disolución de 200 mg (0,596 mmol) del compuesto de la etapa 1 (éster etílico de la N-[5-(2,4-difluorofenil)saliciloil]glicina) en 5 ml de diclorometano se añade a temperatura ambiente 266 mg (0,715 mmol)

de tetrafluoroborato de bis(piridina)yodonio (I) (Ipy_2BF_4). Se deja en agitación hasta que se observa mediante HPLC que se ha consumido el producto de partida. Se diluye en diclorometano y se procede a aislar el producto por acidificación con ácido HCl 1 N y extracción con diclorometano. Se reúnen las fases orgánicas y se lavan con una disolución de tiosulfato sódico y después se seca en sulfato magnésico anhidro. Se elimina el disolvente a presión reducida y se obtiene un crudo de pureza 98% que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice. Se obtienen 240 mg (87% de rendimiento) del producto deseado.

Ejemplo 22

Éster etílico de la N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]glicina



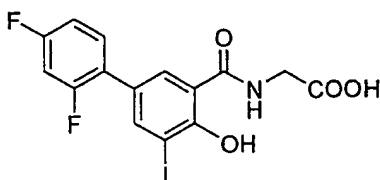
En un matraz se introducen 500 mg (1,32 mmol) de ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico (del Ejemplo 1) y 270 mg (1,99 mmol) de HOBt disueltos en la mínima cantidad de diclorometano. A temperatura ambiente se añaden a la mezcla 163 mg (1,58 mmol) del éster etílico de la glicina (H-Gly-OEt) y, por último, se añaden 272 mg (1,32 mmol) de DCC disueltos en la mínima cantidad de diclorometano. La reacción se dejó en agitación a temperatura ambiente. El proceso se controló por HPLC observándose la desaparición total del producto de partida tras una hora de reacción. Se elimina el disolvente a presión reducida y se redisuelve en acetato de etilo observándose la precipitación de la urea correspondiente que se filtra. El crudo de reacción se purifica en columna de gel de sílice con una mezcla de eluyentes hexano/acetato de etilo (75:25). Se obtienen 400 mg (75% de

rendimiento) de producto puro deseado.

Ejemplo 23

5 N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]glicina

10



15

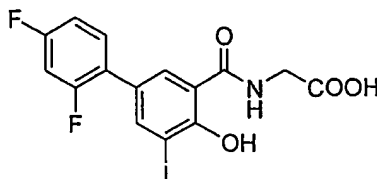
A una disolución del éster del Ejemplo 22 (480 mg, 1,19 mmol) en 5 ml de dioxano acuoso (v/v 1:1) se añade hidróxido de litio (0,038 mg, 0,92 mmol) y se agita bajo atmósfera de nitrógeno durante 12 h. La mezcla se concentra a presión reducida, se diluye con agua (10 ml) y se acidifica con una disolución 0,5 M de ácido clorhídrico, y se extrae con acetato de etilo. Las fases orgánicas se reúnen y se lavan con agua saturada de cloruro sódico y se secan sobre sulfato sódico. Se elimina el disolvente a presión reducida y se obtiene un crudo del 98% de pureza que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice.

20

Ejemplo 24

25 N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]glicina

25



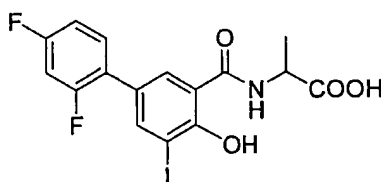
30

Se disuelven 0,124 g (0,31 mmol) de producto puro (éster del Ejemplo 22)

en una mezcla ternaria (THF:MeOH:H₂O) (3:1:1) y se le adiciona a 0 °C y gota a gota una disolución acuosa 0,1 N de LiOH. Posteriormente se deja a temperatura ambiente durante 20 min, cuando la reacción ha finalizado se acidifica con HCl 1 N hasta pH = 2 y se realizan 3 extracciones con acetato etilo y cloroformo. Las fases orgánicas se reúnen y se lavan con agua saturada de cloruro sódico y se secan sobre sulfato sódico. Se elimina el disolvente a presión reducida y se obtiene un crudo del 98% de pureza que se purifica mediante cromatografía en columna de gel de sílice.

Ejemplo 25

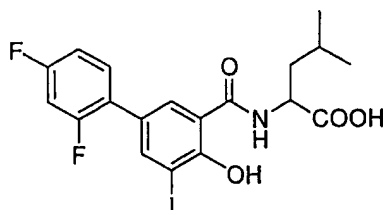
N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]alanina



Partiendo del precursor éster metílico (obtenido mediante un procedimiento análogo al descrito en el Ejemplo 22 partiendo del éster etílico de la alanina) por saponificación tal como se describe en el Ejemplo 23 o en el Ejemplo 24.

Ejemplo 26

N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-leucina

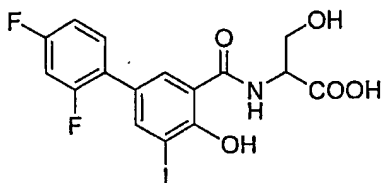


Partiendo del precursor éster metílico (obtenido mediante un procedimiento análogo al descrito en el Ejemplo 22 partiendo del éster etílico de la leucina) por saponificación tal como se describe en el Ejemplo 23 o en el Ejemplo 24.

5

Ejemplo 27**N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-serina**

10

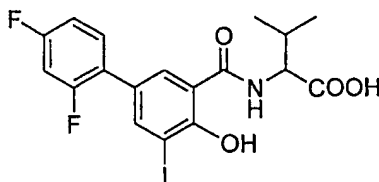


Partiendo del precursor éster metílico (obtenido mediante un procedimiento análogo al descrito en el Ejemplo 22 partiendo del éster etílico de la serina) por saponificación tal como se describe en el Ejemplo 23 o en el Ejemplo 24.

15

Ejemplo 28**N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-valina**

20



25

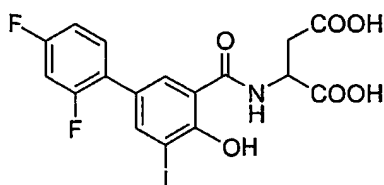
Partiendo del precursor éster metílico (obtenido mediante un procedimiento análogo al descrito en el Ejemplo 22 partiendo del éster etílico de la valina) por saponificación tal como se describe en el Ejemplo 23 o en el Ejemplo 24.

30

Ejemplo 29

Ácido N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-aspártico

5



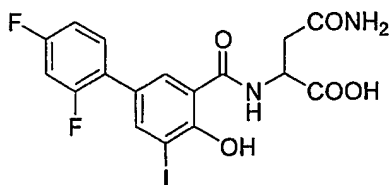
Partiendo del precursor éster metílico (obtenido mediante un procedimiento análogo al descrito en el Ejemplo 22 partiendo del éster etílico del ácido aspártico) por saponificación tal como se describe en el Ejemplo 23 o en el Ejemplo 24.

Ejemplo 30

15

N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-asparagina

20



Partiendo del precursor éster metílico (obtenido mediante un procedimiento análogo al descrito en el Ejemplo 22 partiendo del éster etílico de la asparagina) por saponificación tal como se describe en el Ejemplo 23 o en el Ejemplo 24.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD

30

Ensayo de actividad inhibidora de amiloidogénesis *in vitro*.

Los compuestos de esta invención se han evaluado en un ensayo

turbidimétrico cuyos principales características son las siguientes:

- 1) uso del mutante Y78F (tirosina78 reemplazada por fenilalanina) altamente amiloidogénico para incrementar la sensibilidad;
- 2) ensayo cinético monitorizando la formación de fibrilas (por incremento de la absorbancia a 340 nm en el tiempo) durante 1 h y 30 min para determinar la velocidad inicial de formación de fibrilas;
- 3) formato del ensayo en microplacas de 96 pocillos para el análisis rápido de varias muestras simultáneamente y a varias concentraciones de inhibidor;
- 4) cálculo de parámetros de inhibición de cada inhibidor a partir de las curvas de velocidad inicial de formación de fibrilas frente a la concentración de inhibidor.

Protocolo:

Los compuestos a ensayar como inhibidores se disuelven en DMSO a concentración 1,5 mM. La disolución de trabajo se prepara por dilución 1 a 4 de la anterior en una mezcla agua/DMSO (2:1). La disolución de proteína (mutante Y78F hTTR) es 4 mg/ml de proteína (pureza mayor del 95%) en fosfato sódico 20 mM, cloruro potásico 100 mM, pH 7,6. El tampón de incubación es fosfato sódico 10 mM, cloruro potásico 100 mM, EDTA 1 mM, pH 7,6. El tampón de dilución es acetato sódico 400 mM, cloruro potásico 100 mM, EDTA 1 mM, pH 4,2. El protocolo de ensayo para un inhibidor es el siguiente: se dispensan 20 µl de la disolución de proteína en 7 pocillos de una microplaca de 96 pocillos. Diferentes volúmenes de la disolución de trabajo del inhibidor se añaden a cada uno de los pocillos para obtener concentraciones finales de 0 a 40 µM. Seguidamente se añade a cada

pocillo el tampón de incubación hasta un volumen final de 100 µl. La microplaca se incuba a 37 °C dentro del lector de microplacas provisto de termostatación y agitación. La incubación se extiende por 30 min a 37 °C con agitación durante 15 segundos cada minuto. Seguidamente se
5 adicionan 100 µl de tampón de dilución a cada pocillo, y la mezcla se incuba a 37 °C con agitación durante 15 segundos cada minuto en el lector de microplacas y se monitoriza la absorbancia a 340 nm durante 1 hora y 30 minutos a intervalos de 1 minuto. Los datos de absorbancia frente al tiempo para cada pocillo se recogen y se analizan con el programa Microsoft Excel.
10 Todos los ensayos se realizan por duplicado.

Cálculos:

1.- Velocidad inicial de formación de fibrilas. De las lecturas de absorbancia
15 a 340 nm con el tiempo de incubación para cada pocillo se calcula la velocidad inicial de formación de fibrilas como la pendiente de la zona lineal inicial de la curva. Así se obtiene la velocidad de agregación a cada concentración de inhibidor.

20 2.- Velocidad de agregación frente a la concentración de inhibidor. Las velocidades de agregación frente a la concentración de inhibidor siguen un comportamiento de decaimiento exponencial que se ajusta a la ecuación:

$$v_0 = A + B \cdot e^{-C[I]}$$

25

donde v_0 es la velocidad de agregación (en unidades de absorbancia por hora) y $[I]$ la concentración de inhibidor en µM.

En la Figura 1 se muestra la variación de la velocidad de agregación,
30 v_0 , con respecto a la concentración de inhibidor, $[I]$, para un compuesto de la invención, yododiflunisal, con respecto a dos compuestos de la técnica,

diflunisal y diflunisal éster.

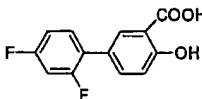
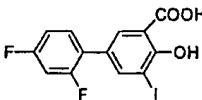
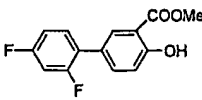
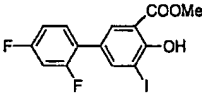
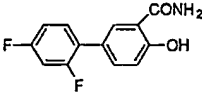
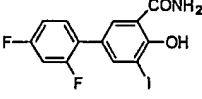
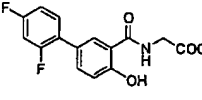
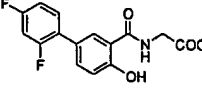
Los parámetros ajustados son: A (en unidades de absorbancia por hora), velocidad residual de agregación a alta concentración de inhibidor; B (en unidades de absorbancia por hora), amplitud o máxima disminución de la velocidad de agregación; y C (en μM^{-1}) la constante exponencial. A+B es la velocidad de agregación en ausencia de inhibidor (velocidad de agregación máxima). De estos parámetros se extraen los parámetros que caracterizan a cada inhibidor en cuanto a su capacidad y eficiencia de inhibir la formación de fibrilas:

- IC_{50} : concentración de inhibidor (μM) a la que la velocidad de agregación es la mitad que en ausencia de inhibidor;
- Ψ : pendiente inicial de la curva v_0 frente $[I]$, que refleja la sensibilidad del proceso de agregación al inhibidor. A mayores valores de Ψ , mayor efecto inhibidor del compuesto a tiempos iniciales de formación de fibrilas;
- $\text{RA}(\%) = (1-A/(A+B)) \cdot 100$: % de reducción de la velocidad de agregación a concentración alta de inhibidor respecto a la velocidad en ausencia de inhibidor.

De acuerdo con este ensayo, un buen inhibidor es aquel que posee una IC_{50} baja, un valor Ψ alto, y un valor $\text{RA}(\%)$ cercano a 100%.

Los resultados se muestran en la Tabla 1. En ella se dan los valores de los parámetros mencionados para el diflunisal y derivados, yodados y sin yodar. Como puede verse, los compuestos yodados presentan una actividad claramente mejorada con respecto a los compuestos sin yodar.

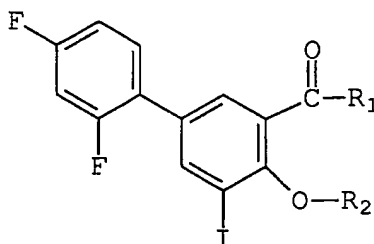
Tabla 1. Diflunisal y derivados: efecto de la yodación

Inhibidor	Estructura	IC ₅₀ (μM)	Ψ (UA · h ⁻¹ · μM ⁻¹)	RA (%)
Diflunisal		12,9	0,036	84
Iododiflunisal		4,5	0,100	97
Diflunisal metil éster		>100	0,011	24
Iododiflunisal metil éster		16,7	0,027	98
Diflunisal amida		>100	0,009	10
Iododiflunisal amida		11,7	0,041	84
Diflunisal glicina		>100	0,011	28
Iododiflunisal glicina		11,2	0,040	100

REIVINDICACIONES

1. Un compuesto de fórmula estructural (I):

5



10

(I)

en la que

R_1 es un grupo $-NR_aR_b$, siendo R_a y R_b , independientemente, un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_6 ; un grupo $-OR_c$ siendo R_c un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_6 ; un glucosilo; un polihidroxialquilo C_1-C_6 ; o un grupo $-NH-CH(R_d)-COOR_e$, siendo R_d una cadena lateral de uno de los 20 alfa-aminoácidos naturales en cualquiera de sus dos formas L o D enantioméricamente puras y R_e un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_6 ; y

R_2 es un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo C_1-C_6 , un glucosilo; un polihidroxialquilo C_1-C_6 ; un grupo $-C(=O)-R_f$, siendo R_f un grupo alquilo C_1-C_6 ; o un grupo $-CH_2-COO-R_g$, siendo R_g un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo C_1-C_6 ;

y sales farmacéuticamente aceptables del mismo.

25

2. Compuesto según la reivindicación 1, caracterizado porque R_1 se selecciona de entre: OH, NH_2 , OMe, OEt, o un grupo $CH(R_d)-COR_e$, siendo R_d la cadena lateral de la glicina, la alanina, la leucina, la valina, el ácido aspártico o la asparagina y siendo R_e H o un grupo alquilo C_1-C_6 ; y R_2 se selecciona entre: H, Me, glucosilo, un grupo $-C(=O)-R_f$, siendo R_f un grupo Me, Et, t-Bu; o un grupo $-CH_2-COO-R_g$, siendo R_g un átomo de hidrógeno o

30

un grupo t-Bu.

3. Compuesto según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se selecciona de entre los siguientes compuestos:

- 5
- [1] ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico;
- [2] 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilato de etilo;
- [3] 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilato de metilo;
- [4] 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicilamida;
- 10 [5] [2-aminocarbonil-4-(2,4-difluorofenil)-6-yodo-fenoxi]-acetato de terc-butilo;
- [6] ácido [2-aminocarbonil-4-(2,4-difluorofenil)-6-yodo-fenoxi]acético;
- [7] 1-O-β-glucósido del ácido 5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-salicílico;
- [8] 2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo;
- 15 [9] ácido 2',4'-difluoro-4-metoxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico;
- [10] 2',4'-difluoro-4-acetiloxi-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxilato de etilo;
- [11] ácido 2',4'-difluoro-4-(*t*-butilcarboniloxi)-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico;
- [12] ácido 2',4'-difluoro-4-(etilcarboniloxi)-5-yodo-[1,1']bifenil-3-carboxílico;
- [13] éster etílico de la N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]glicina;
- 20 [14] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]glicina;
- [15] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]alanina;
- [16] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]leucina;
- [17] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]serina;
- [18] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]valina;
- 25 [19] ácido N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]-aspártico;
- [20] N-[5-(2,4-difluorofenil)-3-yodo-saliciloil]asparagina.

4. Un procedimiento de preparación del compuesto de fórmula (I) según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque comprende una etapa de

30 reacción del diflunisal o derivados del mismo con un reactivo de yodación.

5. Procedimiento según la reivindicación 4 caracterizado porque dicho reactivo de yodación puede seleccionarse de entre: yodo elemental; sales de yoduro tales como yoduro sódico o yoduro potásico; sales de yodonio tales como cloruro de yodo; complejos de yodonio tales como el tetrafluoroborato de bis(piridina)yodonio (I) o el hexafluorofosfato de bis(sim-
5 colidina)yodonio (I); y compuestos orgánicos de yodo tales como el diacetato de yodobenceno o la N-yodosuccinimida.

6. Una composición farmacéutica que contiene un compuesto según las reivindicaciones 1 a 3 y uno o más excipientes farmacéuticamente
10 aceptables.

7. Un compuesto de fórmula (I) según las reivindicaciones 1 a 3 para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, incluyendo
15 enfermedades neurodegenerativas amiloides, tales como enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson, enfermedad de Huntington, enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, fibrosis quística, diabetes de aparición tardía, enfermedad de las neuronas motoras, fiebre mediterránea, síndrome de Muckle-Wells, mieloma idiopático, cardiopatía amiloide, síndrome de
20 Down, enfermedad de Kuru, síndrome de Gerstmann-Straussler-Schienenker, depósitos valvulares de amiloide, amiloidosis en pacientes con diálisis, miositis con cuerpos de inclusión, depósitos musculares de amiloide, anemia de Sick Cell, amiloidosis sistémica primaria, amiloidosis sistémica senil, polineuropatía amiloide familiar I, polineuropatía amiloide familiar III, angiopatía amiloide cerebral hereditaria, amiloidosis relacionada con
25 angiopatías, amiloidosis sistémica hereditaria finlandesa, diabetes de tipo II, carcinoma medular de tiroides, encefalopatía espongiiforme, amiloidosis atrial, amiloidosis sistémica hereditaria no neuropática, amiloidosis localizada por inyección, y amiloidosis renal hereditaria.

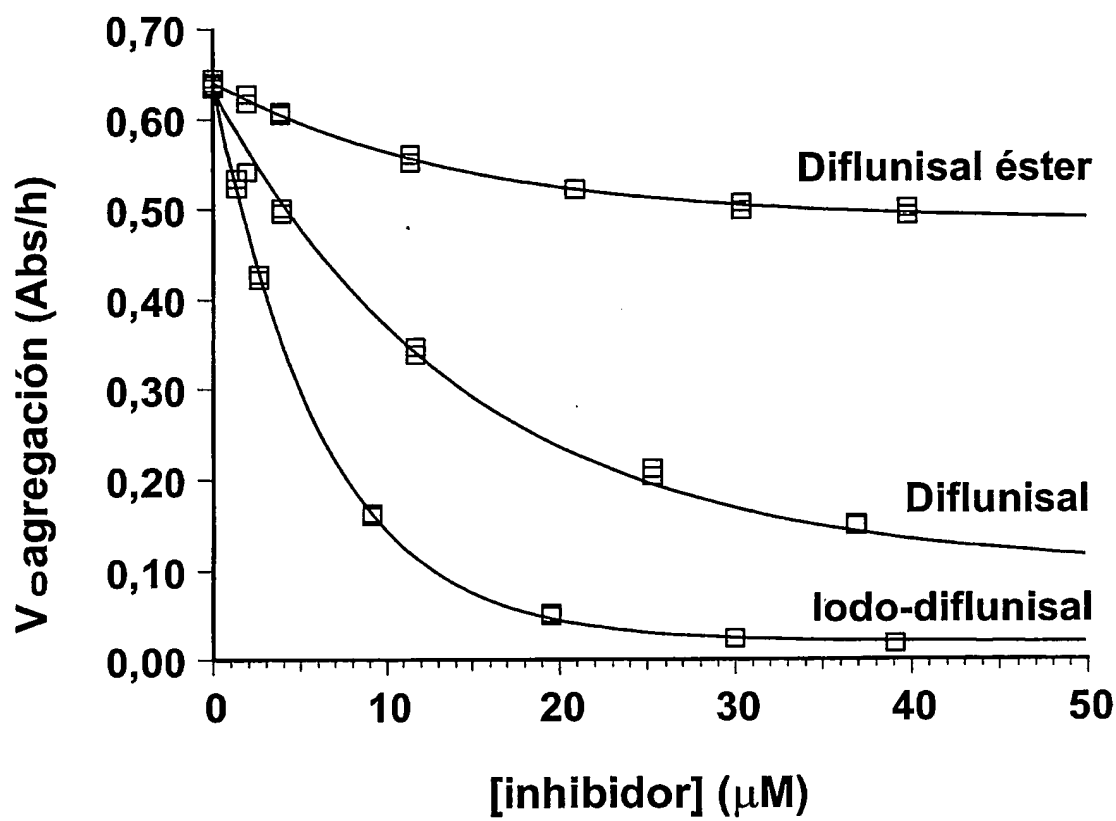
30

8. El empleo de un compuesto de fórmula (I) según las reivindicaciones 1

5 a 3 en la elaboración de un medicamento para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, incluyendo enfermedades neurodegenerativas amiloides, tales como enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson, enfermedad de Huntington, enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, fibrosis cística, diabetes de aparición tardía, enfermedad de las neuronas motoras, fiebre mediterránea, síndrome de Muckle-Wells, mieloma idiopático, cardiopatía amiloide, síndrome de Down, enfermedad de Kuru, síndrome de Gerstmann-Straussler-Schienker, depósitos valvulares de amieloide, amiloidosis en pacientes con diálisis, miositis con cuerpos de inclusión, depósitos musculares de amieloide, anemia de Sickle Cell, 10 amiloidosis sistémica primaria, amiloidosis sistémica senil, polineuropatía amiloide familiar I, polineuropatía amiloide familiar III, angiopatía amiloide cerebral hereditaria, amiloidosis relacionada con angiopatías, amiloidosis sistémica hereditaria finlandesa, diabetes de tipo II, carcinoma medular de tiroides, encefalopatía espongiforme, amiloidosis atrial, amiloidosis sistémica 15 hereditaria no neuropática, amiloidosis localizada por inyección, y amiloidosis renal hereditaria.

20 9. El empleo de un compuesto de fórmula (I) según las reivindicaciones 1 a 3 en la elaboración de un medicamento analgésico, antiinflamatorio, antipirético o antiagregante plaquetario para el tratamiento de enfermedades tales como artritis reumatoide, fiebres reumatoides, osteoartritis, dolores musculoesqueletales, síndrome del intestino inflamado, enfermedades de las arterias coronarias o trombosis postoperativas en venas profundas.

1/1

**FIG.1**